

TUGAS AKHIR

**STUDI EKSPERIMEN *FLASH DRYER*
PENGARUH VARIASI KETINGGIAN
CYCLONE SEPARATOR DAN DEBIT UDARA
TERHADAP HASIL PENGERINGAN TEPUNG
TAPIOKA DENGAN MASSA 2 KG**



**Disusun Sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi
Strata I pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

Oleh:

YUSUF IRAWAN

D200150233

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2019

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

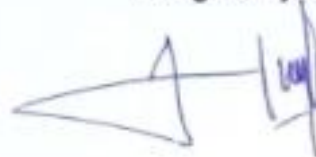
Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

**STUDI EKSPERIMEN *FLASH DRYER* PENGARUH VARIASI
KETINGGIAN *CYCLONE SEPARATOR* DAN DEBIT UDARA
TERHADAP HASIL PENGERINGAN TEPUNG TAPIOKA
DENGAN MASSA 2 KG**

Yang dibuat untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan dilingkup Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 1 Mei 2019

Yang menyatakan,



Yusuf Irawan

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul "**STUDI EKSPERIMEN *FLASH DRYER* PENGARUH VARIASI KETINGGIAN *CYCLONE SEPARATOR* DAN DEBIT UDARA TERHADAP HASIL PENGERINGAN TEPUNG TAPIOKA DENGAN MASSA 2 KG**" telah disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir untuk dipertahankan didepan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : **YUSUF IRAWAN**

NIM : **D200150233**

Disetujui pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 8 Mei 2019

Pembimbing

Tugas Akhir



Ir. Sartono Putro, M.T

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "STUDI EKSPERIMEN *FLASH DRYER* PENGARUH VARIASI KETINGGIAN *CYCLONE SEPARATOR* DAN DEBIT UDARA TERHADAP HASIL PENGERINGAN TEPUNG TAPIOKA DENGAN MASSA 2 KG" telah disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir untuk dipertahankan didepan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : YUSUF IRAWAN

NIM : D200150233

Disetujui pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 15 Mei 2019

Dewan Penguji

Ketua : Ir. Sartono Putro, M.T.

Anggota 1 : M. Al Fatih Hendrawan, S.T., M.T.

Anggota 2 : Ir. Tri Tjahjono, M.T.

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D

Ir. Subroto, M.T.



LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta :

Nomor 023/II/2019 Tanggal 13 Februari 2019 tentang Pembimbing Tugas Akhir Dengan ini :

Nama : Ir. Sartono Putro., M.T.

Pangkat/jabatan : Lektor

Memberikan soal Tugas Akhir kepada Mahasiswa :

Nama : Yusuf Irawan

Nomor Induk : D200150233

Jurusan/Semester : Teknik Mesin / 8

Judul/Topik : Studi Eksperimen *Flash Dryer* pengaruh Variasi Ketinggian *Cyclone Separator* dan Debit Udara Terhadap Hasil Pengeringan Tepung Tapioka dengan Massa 2 kg.

Rincian Soal/Tugas : Mengetahui Pengaruh Variasi ketinggian *Cyclone Separator* dan Debit Udara terhadap Kualitas hasil pengeringan yaitu Kadar air, Massa akhir, Temperatur, Waktu tinggal dan Efisiensi Pengeringan.

Demikian soal Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 18 Februari 2019

? Pembimbing

Ir. Sartono Putro., M.T.

Keterangan :

Di buat rangkap (3)

1. Untuk Kanjur (Koordinator TA)

2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir

3. Untuk Mahasiswa

MOTTO

***“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu
dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan”***

(QS. Al-Mujadalah:11)

***“Today is hard, tomorrow will be worse, but the day after tomorrow
will be sunshine”***

PERSEMBAHAN

Tugas akhir saya persembahkan untuk dan kedua orang tua dan adik
tercinta:

Ayahanda tercinta Sulardi dan ibunda tercinta Suyati

Adik tercinta Toni Nurdiansyah

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT, karena berkat izin-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir dengan judul “Studi Eksperimen *Flash Dryer* pengaruh variasi ketinggian *Cyclone Separator* dan Debit Udara terhadap Hasil Pengeringan Tepung Tapioka dengan Massa 2 kg”. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kelancaran dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis, Bapak Sulardi dan Ibu Suyati yang telah senantiasa memberikan Do'a dan dukungannya dalam segala hal serta selalu mengingatkan penulis untuk bersyukur atas karunia Allah.
3. Bapak Ir. Sartono Putro, M.T selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T.,Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Univeritas Muhammadiyah Surakarta.
5. Bapak Ir. Subroto, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Univeritas Muhammadiyah Surakarta.
6. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, M.T selaku Sekertaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Univeritas Muhammadiyah Surakarta.
7. Bapak Ir. Agus Dwi Anggono, S.T.,M.T.,Ph.D. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama menyelesaikan masa perkuliahan.
8. Jajaran Dosen dan Staf Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Univeritas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan bekal ilmu selama menyelesaikan masa perkuliahan.

9. Sahabat dan teman seperjuangan Annisa Nur Widya dan Dicky Ardian Nugraha yang telah bersama-sama menyelesaikan Tugas Akhir ini, serta sahabat-sahabat Sakti, Taufan, Angga, Himawan, Bagas, Yusuf, Fatah dan sahabat lainnya yang telah menjadi sahabat dan keluarga.
10. Keluarga Mahasiswa Teknik Mesin (KMTM) yang telah memberikan pengalaman dan pelajaran arti sebuah kekompakan, kerja keras dan berbagi satu sama lain.
11. Teman-teman Teknik Mesin Angkatan 2015 yang tidak dapat disebutkan satu-persatu terima kasih atas bantuan dan dukungannya selama menempuh masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa Laporan ini masih belum sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan.

Wasalamu'alaikum. Wr. Wb.

Surakarta, 1 Mei 2019



Yusuf Irawan

**STUDI EKSPERIMEN FLASH DRYER PENGARUH VARIASI
KETINGGIAN CYCLONE SEPARATOR DAN DEBIT UDARA
TERHADAP HASIL PENGERINGAN TEPUNG TAPIOKA DENGAN
MASSA 2 KG**

Yusuf Irawan, Sartono Putro

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura
E-mail : yusuf.irawan10@gmail.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh debit udara terhadap kualitas proses pengeringan (massa akhir, temperatur, density dan kadar air), Mengetahui pengaruh debit udara terhadap efisiensi hasil pengeringan, Mengetahui pengaruh waktu tinggal terhadap massa akhir hasil pengeringan dan Mengetahui pengaruh waktu tinggal terhadap kadar air hasil pengeringan. Proses pengeringan Flash Dryer adalah gas panas dari kompor gas untuk memanaskan air heater yang dialiri udara yang dihasilkan oleh blower yang dihisap lewat saluran pipa untuk mengeringkan dan memindahkan (transportasi) tepung basah yang telah dimasukkan kedalam flash dryer melalui screw conveyor untuk selanjutnya melalui hammer mill terus dialirkan melalui pipa dengan ketinggian tertentu, selanjutnya tepung yang telah kering dipisahkan pada cyclone separator dengan tujuan memisahkan tepung kering dengan udara. Kemudian tepung jatuh kebawah menuju bak penampungan. Hasil yang didapat dalam pengujian ini adalah terhadap kualitas pengeringan didapatkan data massa akhir terkecil sebesar 1,75 kg pada ketinggian cyclone 3,5 m dan debit udara 0,043 m³/s, beda temperatur terbesar adalah 85°C pada ketinggian cyclone 3,5 m dan debit udara 0,043 m³/s dan kadar air terkecil adalah 14,3% pada ketinggian cyclone 3,5 m dan debit udara 0,043 m³/s. Nilai efisiensi pengeringan tertinggi adalah 43,6 % pada debit aliran 0,149 m³/s dengan ketinggian cyclone 2,5 meter. Untuk waktu tinggal terlama sebesar 7,49 detik didapatkan massa akhir terkecil 1,75 kg dan kadar air terendah sebesar 14,3 %.

Kata kunci: Tepung Tapioka, Flash Dryer, pengeringan, debit udara, cyclone separator

EKSPERIMENTAL STUDY OF FLASH DRYER INFLUENCE HEIGHT OF THE CYCLONE SEPARATOR AND AIR DISCHARGE VARIATION ON THE RESULT OF DRYING OF TAPIOCA FLOUR WHIT MASS 2 KG

Yusuf Irawan, Sartono Putro

Mechanical Engineering University of Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

E-mail : yusuf.irawan10@gmail.com

Abstract

The purpose of this research was to determine the effect of air discharge on the quality of the drying process (final mass, temperature, density and moisture content), to determine the effect of air discharge on the drying efficiency, to determine the effect of residence time on the final mass results of drying and to know the effect of residence time on moisture content drying results. The drying process of Flash Dryer is a hot gas from a gas stove to heat the water heater which is fed by air produced by a blower which is exhaled through a pipeline to dry and move (transport) wet flour which has been inserted into the flash dryer through a screw conveyor and then through the hammer mill flow through a pipe with a certain height, then the dried flour is separated from the cyclone separator with the aim of separating dry flour with air. Then the flour falls down towards the reservoir. The results obtained in this test are the drying quality obtained by the smallest final mass data of 1.75 kg at 3.5 m cyclone height and air discharge 0.043 m³ / s, the biggest temperature difference is 850C at 3.5 m cyclone height and air discharge 0.043m³ / s and the smallest water content is 14.3% at 3.5 m cyclone height and 0.043 m³ / s air flow. The highest drying efficiency value is 43.6% at flow discharge 0.149 m³ / s with a height of 2.5 meters. For the longest residence time of 7.49 seconds the smallest final mass is 1.75 kg and the lowest water content is 14.3%.

Keywords: *Tapioca Flour, Flash Dryer, drying, air discharge, cyclone separator*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR.....	v
MOTTO.....	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGATAR	viii
ABSTRAK.....	x
ABSTRACT.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL.....	xx
DAFTAR NOTASI.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1

1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Sistematika Penulisan	6

BAB II DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka	8
2.2 Proses Pengeringan	13
2.2.1 Faktor yang Memengaruhi Pengeringan	18
2.2.2 Konsep Dasar Pengeringan.....	19
2.2.3 Mekanisme Pengeringan	22
2.2.4 Prinsip Perancangan Alat Pengering.....	23
2.2.5 Macam-macam Alat Pengering (<i>Dryer</i>)	23
2.3 Flash Dryer	33
2.3.1 Cara Kerja <i>Flash Dryer</i> dari hasil Civitas UMS	35
2.4 Kesimbangan Energi pada Alat <i>Flash Dryer</i>	36
2.4.2 Effisiensi Pengeringan	39

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian	41
-----------------------------------	----

3.2 Instalasi Alat Pengujian.....	42
3.3 Persiapan Alat dan Bahan	43
3.3.1 Tahap Persiapan Alat	43
3.3.2 Tahap Persiapan Bahan	52
3.4 Instalasi Alat Ukur Pengujian	55
3.5 Skema Aliran Fluida pada Alat <i>Flash Dryer</i>	56
3.6 Tahapan Pengujian Alat <i>Flash Dryer</i>	57
3.6.1 Variasi Ketinggian <i>Cyclone Separator</i> dan Debit	
Udara	57
3.6.2 Tahap Pengambilan Data	57
3.7 Analisa Data	59

BAB IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian	60
4.2 Analisa Perhitungan.....	61
4.2.1 Perhitungan dengan Ketinggian <i>Cyclone Separator</i>	
2,5 Meter.....	61
4.2.2 Perhitungan dengan Ketinggian <i>Cyclone Separator</i>	
3 Meter	66
4.2.3 Perhitungan dengan Ketinggian <i>Cyclone Separator</i>	

3,5 Meter	72
4.3 Analisa Hasil dan Pembahasan	80
4.3.1 Pengaruh debit aliran udara (m^3/s) terhadap teperatur akhir (T_2)	80
4.3.2 Pengaruh debit aliran udara (\tilde{V}) terhadap perubahan teperatur (ΔT).....	81
4.3.3 Pengaruh debit aliran udara (\tilde{V}) terhadap Waktu Tinggal (t_p).....	83
4.3.4 Pengaruh debit aliran udara (\tilde{V}) terhadap Massa Akhir (m)	84
4.3.5 Pengaruh debit aliran udara (\tilde{V}) terhadap Kadar Air akhir (KA_{akhir}).....	86
4.3.6 Pengaruh debit aliran udara (\tilde{V}) terhadap Effisiensi pengeringan (η_p)	87
4.3.7 Pengaruh Waktu tinggal (t_p) terhadap Massa Akhir (m_{akhir})	88
4.3.8 Pengaruh Waktu tinggal (t_p) terhadap Kadar air akhir (KA_{akhir}).....	90

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	93
5.2 Saran	94

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kurva laju pengeringan.....	14
Gambar 2.2 Ilustrasi perhitungan kadar air	21
Gambar 2.3 <i>Batch Tray Dryer (Batch Drying)</i>	24
Gambar 2.4 <i>Solar Dryer</i>	25
Gambar 2.5 <i>Spray Dryer</i>	26
Gambar 2.6 <i>Freeze Dryer</i>	28
Gambar 2.7 <i>Fluid Bed Dryer</i>	29
Gambar 2.8 <i>Vakum Dryer</i>	31
Gambar 2.9 <i>Conduction Dryer</i>	32
Gambar 2.10 <i>Rotary Dryer</i>	33
Gambar 2.11 <i>flash dryer</i> sederhana.....	35
Gambar 2.12 Desain Alat <i>Flash Dryer</i>	35
Gambar 2.13 Diagram Aliran fluida dingin dan fluida panas.....	37
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	41
Gambar 3.2 Skema alat pengujian	42
Gambar 3.3 <i>Air Heater</i>	43
Gambar 3.4 <i>Screw Conveyor</i>	44
Gambar 3.5 <i>Hammer Mill</i>	45
Gambar 3.6 <i>Cyclone Separator</i>	45
Gambar 3.7 Blower sentrifugal	46
Gambar 3.8 Motor/Dinamo	46

Gambar 3.9 <i>Pully</i>	47
Gambar 3.10 <i>V-Belt</i>	47
Gambar 3.11 Ember	48
Gambar 3.12 <i>Thermoraider</i>	49
Gambar 3.13 Thermocouple Tipe K	50
Gambar 3.14 <i>Tachcometer Digital</i>	50
Gambar 3.15 <i>Anemometer</i>	51
Gambar 3.16 Stopwatch.....	51
Gambar 3.17 Timbangan/Neraca	52
Gambar 3.18 Gelas Ukur.....	52
Gambar 3.19 Tepung Tapioka.....	53
Gambar 3.20 Gas LPG.....	54
Gambar 3.21 Instalasi pemasangan alat ukur pengujian	55
Gambar 3.22 Skema aliran fluida pada alat <i>Flash Dryer</i>	56
Gambar 4.1 Pengaruh debit aliran udara (m^3/s) terhadap temperatur akhir (T_2).....	80
Gambar 4.2 Pengaruh Debit Aliran Udara (\tilde{V}) terhadap Perubahan Temperatur (ΔT).....	81
Gambar 4.3 Pengaruh Debit Aliran Udara (\tilde{V}) terhadap Waktu Tinggal (t_p)	83
Gambar 4.4 Pengaruh Debit Aliran Udara (\tilde{V}) terhadap Massa Akhir (m).....	84
Gambar 4.5 Pengaruh Debit Aliran Udara (\tilde{V}) terhadap Kadar Air	

akhir(KA_{akhir})	86
-----------------------------	----

Gambar 4.6 Pengaruh Debit Aliran Udara (\tilde{V}) terhadap Effisiensi

pengeringan (η_p)	87
--------------------------------	----

Gambar 4.7 Pengaruh Waktu tinggal (t_p) terhadap Massa Akhir

(m_{akhir})	88
-----------------------	----

Gambar 4.8 Pengaruh Waktu tinggal (t_p) terhadap Kadar air akhir

(KA_{akhir})	90
------------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Syarat Mutu Tapioka	20
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian <i>Flash Dryer</i>	58
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian <i>Flash Dryer</i>	77

DAFTAR NOTASI

ρ	Density Tepung	kg/l
m_p	Massa Tepung	kg
V_p	Volume Tepung	l
KA_{awal}	Kadar Air awal	%
KA_{akhir}	Kadar Air akhir	%
V_{air}	Volume air	l
Q_h	Energi yang dilepas	kJ/kg
\dot{m}_h	Laju Massa Udara Panas	kg/s
C_{ph}	Kalor Jenis Udara	J/kg. $^{\circ}$ C
ΔT_h	Perubahan Temperatur Udara Panas	$^{\circ}$ C
T_{hi}	Temperatur Udara Panas Masuk	$^{\circ}$ C
T_{ho}	Temperatur Udara Panas Keluar	$^{\circ}$ C
ρ_h	Massa Jenis Udara	kg/m ³
\tilde{V}_h	Debit Alira Udara	m ³ /s
Q_c	Energi Yang Diterima	kJ/kg
Q_{air}	Penguapan Air	kJ/kg
Q_p	Kalor Pengeringan Tepung	kJ/kg
\dot{m}_{air}	Laju Massa Air	kg/s
h_{fg}	Entalpy Dari Air	kJ/kg
t_p	Waktu Tinggal	s

\dot{m}_p	Laju Massa Udara Panas	kg/s
C_{pp}	Kalor Jenis Tepung	kJ/kg. °C
ΔT_p	Perubahan Temperatur Pada Fluida Dingin	°C
T_{Ci}	Temperatur Udara Dingin Masuk	°C
T_{Co}	Temperatur Udara Dingin Keluar	°C
η_p	Effisiensi Pengeringan	%